



本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1 9 9 9 年 1 1 月 4 日

出 願 番 号  
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 3 1 3 8 6 5 号

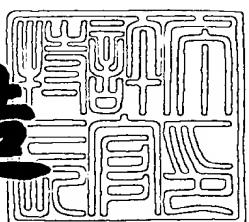
出 願 人  
Applicant (s):

セイコーエプソン株式会社

2 0 0 0 年 1 0 月 2 0 日

特 訸 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 8 5 5 7 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0075343

【提出日】 平成11年11月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/02

G03F 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

【氏名】 長坂 公夫

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーホームズ株式会社内

【氏名】 加瀬谷 浩康

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーホームズ株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100093388

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【連絡先】 0266-52-3139

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅裕

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711684

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ描画装置及びレーザ描画方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理部材が載置され該部材を回転させるためのターンテーブルと、直線的なスライダと、光源となるレーザと、前記スライダに搭載され前記基板にレーザ光を集光しレーザスポットを形成するための光学系と、前記レーザスポットの光強度を変化させるための光変調器を含み、

前記ターンテーブルにより前記被処理部材を回転させ、且つ前記スライダに搭載された光学系を移動させながら、前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画装置。

【請求項2】 前記ターンテーブルの回転数と前記光変調器の制御信号との同期をとるための基準信号を発生させる発振器と、前記光変調器の制御信号の出力値に対応するデジタルデータを記録するための外部記憶装置と、前記デジタルデータをアナログ信号に変換するためのD/A変換器で構成されるフォーマッタを有する請求項1記載のレーザ描画装置。

【請求項3】 前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系がスライダ上を移動する距離が前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等に設定されている特徴とする請求項1記載のレーザ描画装置。

【請求項4】 被処理部材を回転させ、且つレーザ光を直線的に移動させて前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画方法。

【請求項5】 前記被処理部材をターンテーブル上に載置して回転させ、且つ直線的なスライダに搭載された光学系を直線的に移動させレーザ光をスライダの直線方向に沿って移動させ、光変調器によりレーザ光の強度を変化させながら前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行う請求項4記載のレーザ描画方法。

【請求項6】 発振器により発生させた基準信号に基づいて前記ターンテーブルのドライバを駆動し、且つ該基準信号に基づいて外部記憶装置に記録したデジタルデータをアナログ信号に変換して前記光変調器に供給し、前記ターンテーブルの回転数と、前記光変調器の制御信号との同期をとる請求項5記載のレーザ描

画方法。

【請求項7】 前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系が前記スライダに沿って直線的に移動する距離を前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等にすることを特徴とする請求項5記載のレーザ描画方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は集積回路製造、微細加工、計算機プログラム製造等に用いられるレーザ描画装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

レーザ描画の行われるプロセスの一例として、レリーフ型計算機プログラムの製造方法の例を説明する。ここでのレリーフ型計算機プログラムとは透過型ホログラムであり、参照光に位相変調を加えるために透明な基板上に浮き彫り（レリーフ）のように微細加工を施したものである。理想的には深さが連続的に変化しているのが望まれるが、実際はホログラム領域を複数のピクセルに分割し、各ピクセル毎に深さを変化させている。ここでは一例として深さが8水準のホログラムを作製するものとする。

【0003】

この計算機プログラムを光リソグラフィを用いて製作した場合、その工程にはフォトマスク製作工程、露光工程、現像工程、エッティング工程等がある。

【0004】

フォトマスク製作工程では、XYテーブル式のレーザ描画装置を用いて、ガラス基板にCrを蒸着後フォトレジストが塗布されてなる基板を所定のパターンで露光する。その後現像し、Cr層をエッティングしてフォトマスクを作製する。ただし通常はこのフォトマスクの各ピクセルは透過か不透明の二つのレベルである。ここではホログラムの深さを8水準したいので、 $8 = 2^3$ で少なくとも3つフォトマスクの組み合わせが必要となる。

【0005】

次の露光現像工程では、フォトレジストを塗布されてなる石英基板に上述のフォトマスクを密着させその上から露光する。フォトマスクが3つの場合は、光源の光量を変えて3回露光を行う。その後現像を行い、各ピクセルの深さは3回の総露光量に応じて深くなる。

#### 【0006】

その後エッティング工程でこの石英基板をエッティングし、石英にレジストの深さパターンと同様のパターンを形成する。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のレリーフ型計算機プログラムのフォトマスク製作工程において、XYテーブル式のレーザ描画装置でパターンを描画した場合、ピクセル数が多くなるとXY方向のスライダの移動回数、加減速回数が増加し描画時間が長くなる。またパターン内部を塗りつぶす場合は反復運動が多くなり、高速で描画する場合はかなりリニアモータに負荷が掛かると同時にXYテーブルの加減速時の反作用により自らが振動要因となり位置精度、速度精度が低下する。

#### 【0008】

また複数のフォトマスクの製作が必要となることや、露光工程においてもフォトマスクの枚数分の位置合わせ、露光が必要になり製作時間、コスト共に大規模となる。

#### 【0009】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、その課題とするところは、深さ方向に微細な階調を有する構成のパターンをレーザ描画により形成する装置であって、短時間で簡易に微細パターンを形成することのできる装置及びレーザ描画方法を提供することである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のレーザ描画装置は、被処理部材が載置され該部材を回転させるためのターンテーブルと、直線的なスライダ（即ち直線的な移動経路を持つスライダ）と、光源となるレーザと、前記スライダに搭載され前記基板にレーザ光を集光し

レーザスポットを形成するための光学系と、前記レーザスポットの光強度を変化させるための光変調器を含み、前記ターンテーブルにより前記被処理部材を回転させ、且つ前記スライダに搭載された光学系を移動させながら、前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画装置である。

#### 【0011】

かかるレーザ描画装置は、好ましくは、前記ターンテーブルの回転数と前記光変調器の制御信号との同期をとるための基準信号を発生させる発振器と、前記光変調器の制御信号の出力値に対応するデジタルデータを記録するための外部記憶装置と、前記デジタルデータをアナログ信号に変換するためのD/A変換器で構成されるフォーマッタを有する。また、好ましくは、前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系がスライダ上を移動する距離が前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等に設定されている特徴とする。

#### 【0012】

本発明のレーザ描画方法は、被処理部材を回転させ、且つレーザ光を直線的に移動させて前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画方法である。

#### 【0013】

かかるレーザ描画方法では、好ましくは、前記被処理部材をターンテーブル上に載置して回転させ、且つ直線的なスライダに搭載された光学系を直線的に移動させレーザ光を直線的にスライダの直線方向に沿って移動させ、光変調器によりレーザ光の強度を変化させながら前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行う。より好ましくは、発振器により発生させた基準信号に基づいて前記ターンテーブルのドライバを駆動し、且つ該基準信号に基づいて外部記憶装置に記録したデジタルデータをアナログ信号に変換して前記光変調器に供給し、前記ターンテーブルの回転数と、前記光変調器の制御信号との同期をとる。また、前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系が前記スライダに沿って直線的に移動する距離を前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等にすることがより好ましい。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を図面に沿って説明する。

【0015】

(実施形態1)

請求項1のレーザ描画装置の実施形態について、これを用いたレリーフ型計算機プログラムの製造方法に沿って、特にレーザ露光工程を図1、2、3及び4を参照して説明する。

【0016】

気体レーザ等のレーザ光源から出射したレーザ光112は光変調器103を透過後、光偏向器102を透過する。光変調器103は入力される制御信号に応じて透過率が変化し、透過したレーザ光の強度が変化する。光変調器103としては、具体的には音響光学素子の光弾性効果を利用したものを用いることができ、これをトランスデューサで結晶中に周期的な屈折率の分布、つまり回折格子を発生させて回折光を発生させることによって光変調を行う。その後光偏向器102を透過したレーザ光はミラー101、104で反射し対物レンズ105で集光されレーザスポットとなり石英原盤108の表面を照射する。

【0017】

石英原盤108の表面にはフォトレジストが塗布されている。石英原盤108はターンテーブル109にチャックされており、スピンドルモータ110で駆動力を得て回転する。

【0018】

テーブル106はエアスライダ107の上を露光時間の経過と共にr方向、つまり石英原盤108の内周から外周に向けて移動し、図2に示すホログラム領域210内を露光する。ちなみに石英原盤108上のレーザスポットは軌跡202に沿って移動する。

【0019】

例えば、ホログラム領域201内に図4の様なパターンを描画する場合を考える。パターンを構成しているピクセル405は、この回転中心点401から径方向に伸びる複数の線分403と円弧404で仕切られている。ホログラム領域2

01内の各ピクセルのハッチングの濃度は深さを表し、濃い程深いことを意味する。石英原盤108に塗布されているフォトレジストがポジ型の場合は、現像時に露光された部分が溶解して凹形状が形成されるが、この深さは露光量が大きくなると共に大きくなる。従って、濃度が高いピクセルに対しては露光量が多く、低いピクセルに対しては露光量が少なくなるように光変調器103を制御する。ドットは1回転内の1パルスのレーザ照射で形成してもいいし、レーザスポット径がピクセルに対して小さい場合は複数回転で形成してもよい。

#### 【0020】

光変調器103は一般的に光変調器ドライバに入力される制御信号に応じて駆動される。このドライバに制御信号を供給するフォーマッタの機能ブロック図を図3に示す。このフォーマッタは、スピンドルモータに同期し、各ピクセルの深さに対応した電圧レベルを高精度のタイミングで発生させなければならない。

#### 【0021】

水晶発振器301より発生したクロック信号は分周器302で分周される。この周波数はシリアル信号生成器307の基準周波数 $f_r$ となる。更に $f_r$ は分周器303で分周されスピンドルモータの回転数を制御するための基準信号となりスピンドルモータドライバに入力される。

#### 【0022】

一方、HDD304には各ピクセルの露光量に対応する値（データ）が露光される順番に記録されている。これらのデータはIFコントローラ（インターフェイスコントローラ）305によりFIFOメモリ306に転送される。ここでは連続した複数ピクセルの露光量に対応するデジタルデータがパラレルに転送されている。このパラレル信号を、シリアル信号変換器307で1つのピクセルに必要なビット数分に分割され基準信号 $f_r$ に同期させながら時系列的にD/A変調器308に転送される。D/A変調器308では入力されたデジタル信号の値に対応した電圧レベルのアナログ信号に変換され光変調器ドライバに転送される。

#### 【0023】

この様にホログラム領域201を構成する各ピクセルには所定の露光量での露光が施され、現像によりレリーフ状のレジストパターンが形成される。この石英

原盤108をエッティング及びレジストを除去することにより、レジストパターンが石英原盤108に転写し、レリーフ型計算機ホログラムが完成する。

【0024】

以上、述べたように本発明のレーザ描画装置を用いればレリーフ型計算機ホログラムの露光工程が短時間に容易に実現できるという特徴がある。

【0025】

ここでは加工対象として計算機ホログラムを例に取ったが、本発明のレーザ描画装置はこの限りではなく、深さが複数レベル必要な微細加工に対して有効である。

【0026】

(実施形態2)

本実施形態は、実施形態1で述べた図1に示す構造のレーザ描画装置をレリーフ型計算機ホログラムのレーザ露光工程に用いた場合に加工する深さの精度を高めるためのレーザ描画方法の一例である。以下、図1、2、5、及び6を参照して説明する。

【0027】

通常のレーザ描画装置のレーザスポットのビームプロファイル図5に示す曲線501の様になる。レーザ強度 $I(x)$ が零になる最小の円はエアーディスクと呼ばれ、その半径 $w$ はレーザ波長と集光する光学系の開口数で決る値となる。エアーディスクの定義は、光学概論II(辻内順平著、朝倉書店) p76に詳しく記載されている。

【0028】

この様なレーザスポットで瞬間にフォトレジストを露光して一つのピクセルを形成しようとした場合はビームプロファイルと同様の形状のレジストパターンが形成される。理想的には各ピクセルの領域内で深さが均一であることが望ましいことから、レーザスポットのビームプロファイルは矩形であることが望まれる。しかし、レーザスポット径をレーザ波長とが同じオーダにする場合は矩形のビームプロファイルは原理的に不可能である。

【0029】

そこでレーザ描画する際に、図1に示す構造の装置において、ターンテーブル109が一回転する間にテーブル106が進む距離、つまりトラックピッチ $p$ をレーザスポットのエアリーディスク半径 $w$ と同等にすると図2に示すホログラム領域201内でほぼ理想的な露光分布が得られる。この原理を以下に説明する。

## 【0030】

ホログラム領域内201をトラックピッチ $p$ で描画する場合に、ある径方向の深さの分布として分布603を得たいとする。

## 【0031】

図6(a)に示すように、あるトラック $t_n$ 上に照射されるレーザスポットはビームプロファイル601、また隣接するトラック $t_{n+1}$ 上に照射されるレーザスポットはビームプロファイル602を持つものとする。曲線601は議論を簡略化するために曲線501を三角形状に近似してある。トラックピッチ $p$ とエアリーディスク半径 $w$ と同じにしたので曲線601のピークの位置では曲線602は零となるため、トラック $t_n$ 中心での露光量は隣接トラック $t_{n+1}$ のビームプロファイル602の影響を受けない。従って、図6(b)に示すようにフォトレジストに照射される径方向の総和の露光量分布は個々のビームプロファイルの頂点を結ぶような分布603となり、図6(c)に示すように現像後のフォトレジストパターンの深さの分布は深さ分布604となる。これは目標とする深さ分布605をほぼ実現することが出来る。ただし各ピクセルの境界上で深さが緩やかに変化しており、いわゆる低域通過空間フィルタを掛けたのと等価となる。このことからトラックの空間周波数( $1/p$ )は、深さ分布604で必要とされる空間周波数帯域よりも大きいことが望まれる。

## 【0032】

以上、述べてきたようにトラックピッチ $p$ をレーザスポットのエアリーディスク半径 $w$ とすることにより形成すべきフォトレジストパターン深さとレーザスポットによる露光量が一一に対応し制御が容易になり、精度の良い深さのレリーフ型計算機ホログラムを得ることが可能となる。

## 【0033】

## 【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、深さ方向に微細な階調を有する構成のパターンをレーザ描画により形成する装置であって、短時間で簡易に微細パターンを形成することのできる装置及びレーザ描画方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置の構成を示す斜視図。

【図2】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置における、基板上を移動するレーザスポットの軌跡を示すための図。

【図3】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置のフォーマッタを説明するためのブロック図。

【図4】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置で描画するパターンを説明するための図。

【図5】

レーザ描画装置のレーザスポットのビームプロファイルを説明するための図。

【図6】

本発明の他の実施形態のレーザ描画方法で得られるフォトレジストパターンの形成原理を説明するための図。

【符号の説明】

101、104 ミラー

102 光偏光器

103 光変調器

105 対物レンズ

106 テーブル

107 エアスライダ

108 石英原盤

109 ターンテーブル

110 スピンドルモータ

111 パターン領域

201 ホログラム領域

202 軌跡

301 水晶発振器

301、303 分周器

304 HDD

305 I Fコントローラ

306 FIFOメモリ

307 シリアル信号生成器

308 D/A変換器

401 回転中心

403 線分

404 弧

405 ピクセル

501 曲線

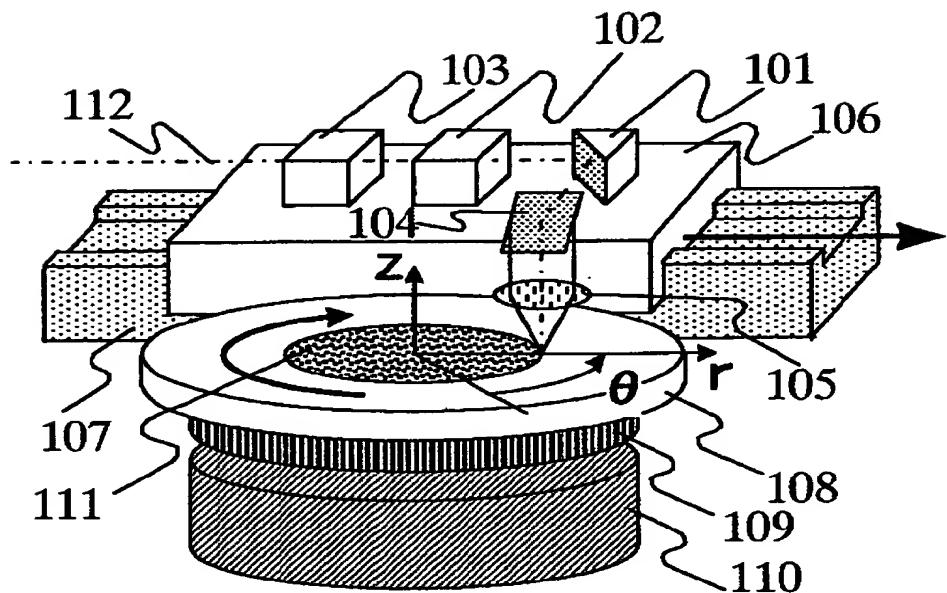
602 ビームプロファイル

603 露光量分布

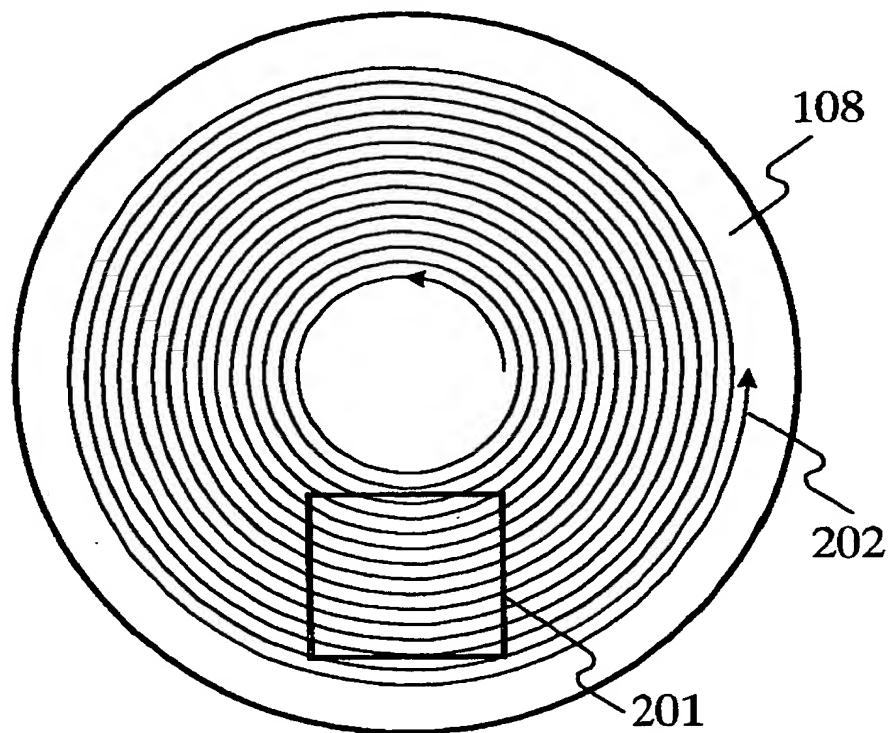
604、605 深さ分布

【書類名】 図面

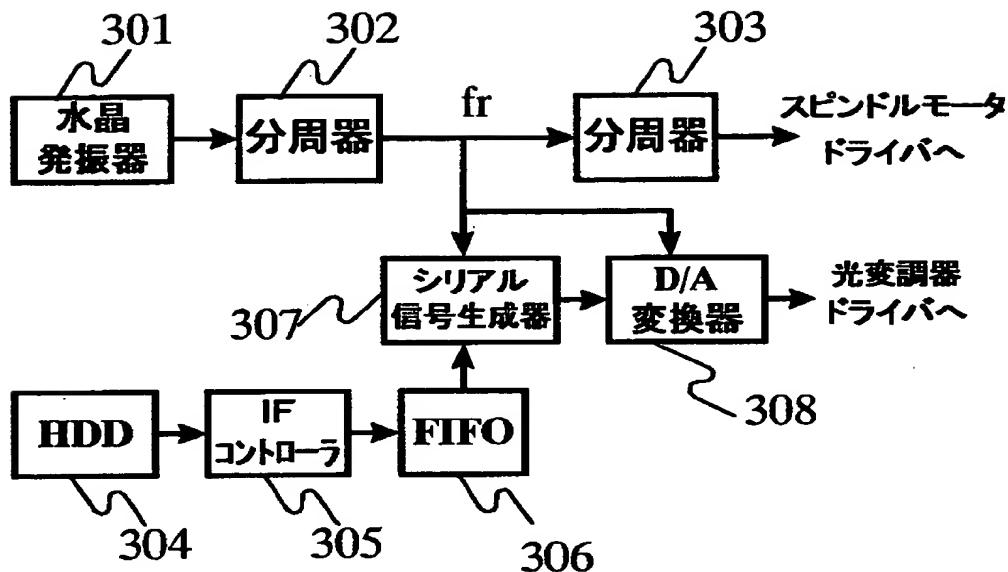
【図 1】



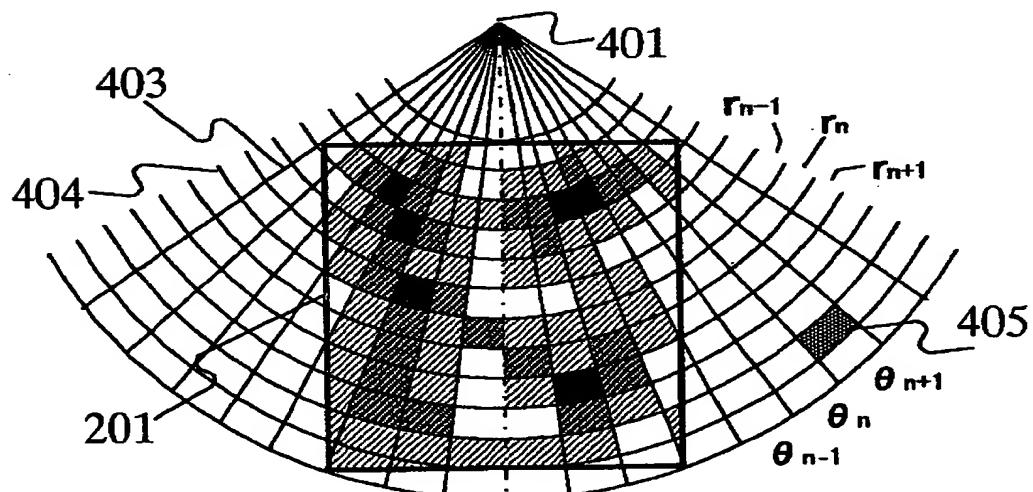
【図 2】



【図3】

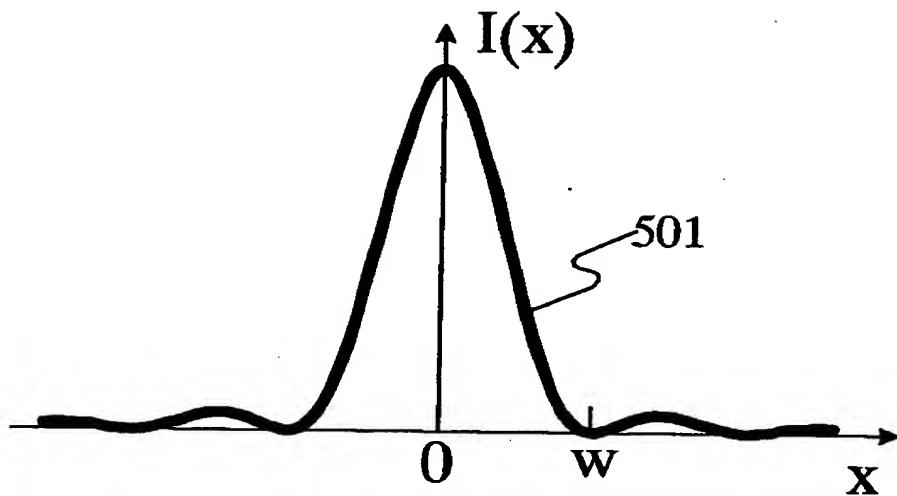


【図4】

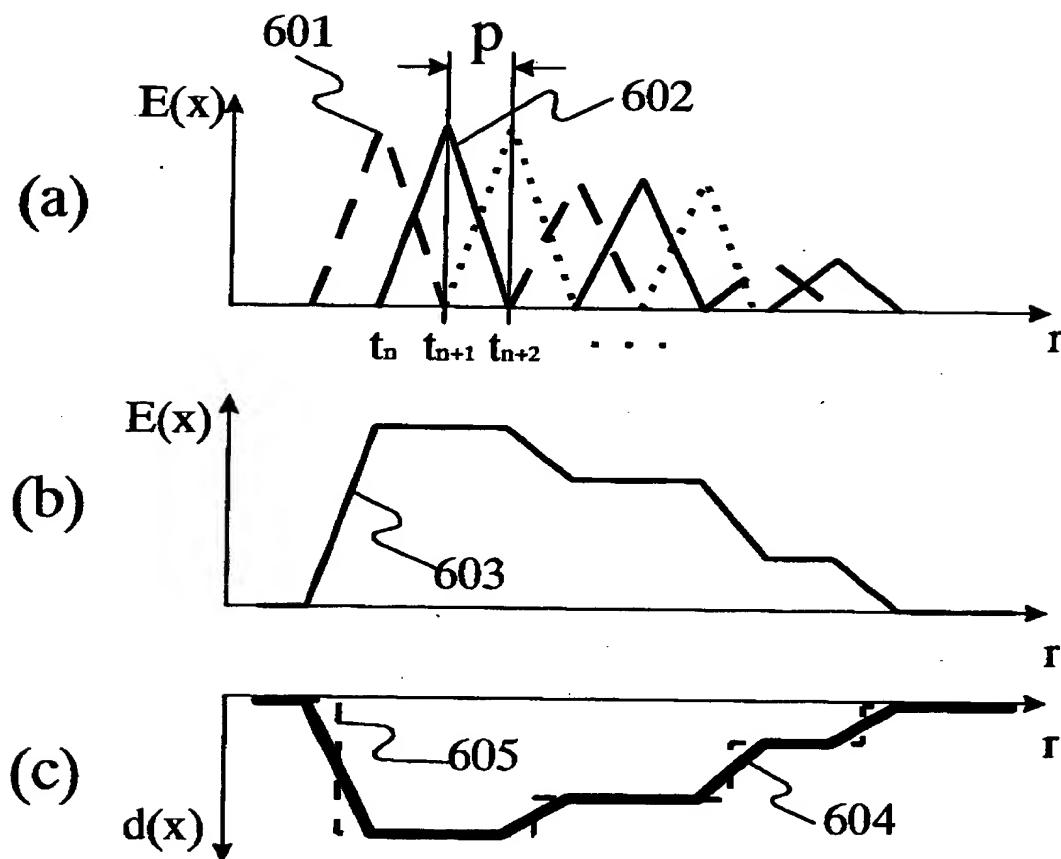


特平11-313865

【図5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来のXYテーブル式のレーザ描画装置における、深さ方向に微細で高精度なパターンを加工する場合の描画時間を短縮する。

【解決手段】 ターンテーブルに感光材が塗布された原盤を載せて回転させながら、レーザスポットを径方向に移動させることより高速の描画をおこなう。また描画パターンを構成する各ピクセルに対して露光量を変化させ、またトラックピッチをレーザスポット半径と同等にすることにより任意の深さに高精度に加工することができる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名 セイコーエプソン株式会社